

Drehtransformator

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Drehtransformator gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung kann beispielsweise bei Schweißrobotern verwendet werden.

Aus der EP 0 722 811 B1 ist ein drahtloser Roboter mit einer Vorrichtung zur Übertragung elektrischer Energie bekannt, die einen ein Gelenk tragenden starren Kern mit einer Primärwicklung um einen proximalen Teil einer drehbaren Welle und einen drehbaren Kern mit einer Sekundärwicklung um einen distalen Teil der drehbaren Welle umfasst, wobei der starre Kern dem drehbaren Kern auf kontaktlose Weise gegenübersteht, um mittels elektromagnetischer Hochfrequenzinduktion elektrische Energie vom proximalen zum distalen Teil auf kontaktlose Weise zu übertragen.

Aus der EP 0 598 924 B1 ist eine kontaktlose Leistungsübertragungsvorrichtung für eine Maschineneinrichtung bekannt, wobei Leistung ohne direkten elektrischen Kontakt von einer statischen Einheit auf eine drehbare Einheit der Maschineneinrichtung übertragen wird. Es wird ein gespaltener Kern verwendet, der aus einem ersten Kern und einem zweiten Kern besteht, wobei diese Kerne an der statischen Einheit bzw. der drehbaren Einheit befestigt sind und eine magnetische Schaltung bilden, deren magnetische Weglänge sich durch eine beliebige Rotation des zweiten Kerns in Bezug auf den ersten Kern nicht verändert. Eine erste Spule ist mit einer Hochfrequenz-Wechselstromquelle verbunden und in der statischen Einheit vorgesehen, um die magnetische Schaltung mit einer magnetomotorischen Kraft zu versehen. Eine zweite Spule ist mit einer Leistung empfangenden Vorrichtung verbunden und an der drehbaren Einheit befestigt, wobei die zweite Spule derart angeordnet ist, dass sie mit einem magnetischen Fluss, der durch die magnetische Schaltung tritt, in Verbindung steht.

Aus der EP 0 680 060 A1 ist ein Drehtransformator mit ringförmigem, im Querschnitt U-förmig ausgebildetem Stator und Rotor bekannt. Die hülsenförmige Primärspule ist um den inneren Schenkel des Stators gewickelt, während sich die ebenfalls hülsenförmige Sekundärspule an den Außenschenkel des Rotors anschmiegt, so dass sich – unter Ausbildung eines die gegenseitige Beweglichkeit sicherstellenden Luftspaltes – Primärspule und Sekundärspule unmittelbar gegenüberliegen.

Drehtransformatoren gemäß dem Stand der Technik haben verteilte Wicklungen, d. h. die Primärwicklung und die Sekundärwicklung befinden sich in voneinander getrennten Kernhälften, welche sie jeweils nicht überragen. Es bildet sich einerseits ein relativ großes Streufeld aus, andererseits sind die Verluste des Drehtransformators relativ hoch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Drehtransformator anzugeben, der auch bei Beaufschlagung mit Hochfrequenz – beispielsweise 25 kHz – einen relativ hohen Wirkungsgrad aufweist und ein relativ geringes Streufeld produziert.

Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die bei Hochfrequenz auftretenden Stromverdrängungseffekte sowie die auftretenden Transformatorenverluste und das auftretende Streufeld minimiert sind. Es ergibt sich somit ein hoher Wirkungsgrad des Drehtransformators. Der Drehtransformator ist exakt reproduzierbar, d. h. die bei der Fertigung auftretenden Abweichungen der elektrischen Daten sind äußerst gering. Der zwischen den beiden Kernhälften auszubildende Luftspalt – wichtig für die freie Drehbeweglichkeit beider Transformatorenhälften gegeneinander – ist mit relativ großem Maß wählbar und spielt eine vernachlässigbare Rolle hinsichtlich des produzierten Streufeldes und der produzierten Verluste.

Primärteil und Sekundärteil des Drehtransformators sind gleichzeitig als galvanisch getrennte "Kontakte" im Sinne eines Steckers verwendbar, beispielsweise befindet sich der Primärteil am freien Ende eines Roboterarmes, welcher mit unterschiedlichen

Werkzeugarmen bestückt werden kann. Diese unterschiedlichen Werkzeugarme weisen jeweils den Sekundärteil des Drehtransformators an ihrem zur Befestigung am Roboterarm dienenden Ende auf. Es ist ein einfacher, rascher Werkzeugwechsel, d. h. Montage verschiedenartiger Werkzeugarme am Roboterarm möglich.

Weitere Vorteile sind aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Drehtransformators mit sich parallel zur Drehachse erstreckenden Wicklungsabschnitten im Schnitt,
- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Drehtransformators mit sich senkrecht zur Drehachse erstreckenden Wicklungsabschnitten im Schnitt,
- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Drehtransformators mit mehreren ringförmigen Ausnehmungen in den Kernhälften im Schnitt,
- Fig. 4, 5 Ausführungsbeispiele mit einer Zentralbohrung im Kern in perspektivischer Darstellung,
- Fig. 6 den Verlauf der magnetischen Feldstärke über den einzelnen Wicklungsabschnitten.

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines Drehtransformators mit sich parallel zur Drehachse erstreckenden Wicklungsabschnitten dargestellt. Bei dieser Ausführungsform weisen Primärwicklung und Sekundärwicklung kammartig ineinandergreifende, jeweils hülsenförmige Wicklungsabschnitte auf. Diese Ausführungsform ist vorteilhaft bei Drehtransformatoren, bei denen die Bauhöhe groß im Verhältnis zum Durchmesser des Kernes sein soll.

Der Drehtransformator 1 weist zwei im wesentlichen symmetrische Kernhälften auf, und zwar eine erste Kernhälfte mit einer Basisplatte 2, einem Außenring 3 und einem Innenzylinder 4 sowie eine zweite Kernhälfte mit einer Basisplatte 5, einem Außenring 6 und einem Innenzylinder 7. Zwischen beiden Kernhälften ist ein Luftspalt 8 ausgebildet, so dass eine berührungsfreie Drehbeweglichkeit beider Kernhälften gegeneinander um eine gemeinsame, im Zentrum der Innenzylinder 4, 7 verlaufende Drehachse 9 gegeben ist.

Wie in der Schnittdarstellung nach Fig. 1 gut zu erkennen ist, wird durch die Außenringe 3, 6, die Innenzylinder 4, 7 sowie die Basisplatten 2, 5 eine einzige, zur Aufnahme von (vorzugsweise jeweils spiralförmigen) Wicklungen geeignete, ringförmige Ausnehmung begrenzt. Die Befestigung der einzelnen Wicklungsabschnitte von Primärwicklung und Sekundärwicklung erfolgt dabei in kreisringförmigen Wicklungsträgern, welche jeweils aus einem elektrisch isolierenden Material, beispielsweise Kunststoff, bestehen und an den Innenseiten der Basisplatten montiert sind. Die elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen, jeweils hülsenförmigen Wicklungsabschnitten verlaufen innerhalb der Wicklungsträger. Jede Wicklung weist zwei Wicklungsanschlüsse auf, welche über den Wicklungsträger und entsprechende Öffnungen in der Basisplatte nach außen geführt sind.

Ein der Primärwicklung zugeordneter Wicklungsträger 10 ist an der Basisplatte 2 der ersten Kernhälfte befestigt und fixiert beispielhaft fünf Wicklungsabschnitte einer Primärwicklung, und zwar

- einen äußere Wicklungsabschnitt 11,
- zwei unmittelbar benachbarte mittlere Wicklungsabschnitte 12, 13,
- zwei unmittelbar benachbarte innere Wicklungsabschnitte 14, 15.

Ein der Sekundärwicklung zugeordneter Wicklungsträger 17 ist an der Basisplatte 5 der zweiten Kernhälfte befestigt und fixiert fünf Wicklungsabschnitte einer Sekundärwicklung, und zwar

- zwei unmittelbar benachbarte äußere Wicklungsabschnitte 18, 19,
- zwei unmittelbar benachbarte mittlere Wicklungsabschnitte 20, 21,
- einen innere Wicklungsabschnitt 22.

Es sind ein Wicklungsanschluss 16 der Primärwicklung sowie ein Wicklungsanschluss 23 der Sekundärwicklung zu erkennen (selbstverständlich sind pro Wicklung mindestens zwei Wicklungsanschlüsse erforderlich).

Wie in Fig. 1 gekennzeichnet sind die Stromrichtungen der sich direkt unter Bildung eines Luftspaltes gegenüberliegenden Wicklungsabschnitte (welche abwechselnd der Primärwicklung und der Sekundärwicklung zugeordnet sind) 11 / 18, 19 / 12, 13 / 20, 21 / 14, 15 / 22 jeweils entgegengesetzt.

In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Drehtransformators mit sich senkrecht zur Drehachse erstreckenden Wicklungsabschnitten dargestellt. Bei dieser Ausführungsform weisen Primärwicklung und Sekundärwicklung kammartig ineinandergreifende, jeweils kreisringförmige Wicklungsabschnitte auf. Diese Ausführungsform ist vorteilhaft bei Drehtransformatoren, bei denen der Durchmesser groß im Verhältnis zur Bauhöhe sein soll.

Der Drehtransformator 24 weist zwei unsymmetrische Kernhälften auf, und zwar eine erste Kernhälfte mit einer Basisplatte 25 und einem Innenzylinder 26 sowie eine zweite Kernhälfte mit einer Basisplatte 27 und einem Außenring 28. Zwischen Basisplatte 27 und Innenzylinder 26 ist ein Luftspalt 29 sowie zwischen Basisplatte 25 und Außenring 28 ein Luftspalt 30 ausgebildet, so dass eine berührungsfreie Drehbeweglichkeit beider Kernhälften gegeneinander um eine gemeinsame, im Zentrum des Innenzylinders 26 verlaufende Drehachse 31 gegeben ist.

Wie in der Schnittdarstellung nach Fig. 2 gut zu erkennen ist, wird durch den Außenring 28, den Innenzylinder 26 sowie die Basisplatten 25, 27 eine einzige, zur Aufnahme von (vorzugsweise jeweils spiralförmigen) Wicklungen geeignete, ringförmige Ausnehmung begrenzt. Eine Befestigung der einzelnen Wicklungsabschnitte von Primärwicklung und Sekundärwicklung erfolgt dabei in hülsenförmigen Wicklungsträgern, welche jeweils aus einem elektrisch isolierendem Material, beispielsweise Kunststoff, bestehen und an der Innenseite des Außenrings 28 bzw. Außenseite des Innenzylinders 26 montiert sind. Die elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen jeweils kreisringförmigen Wicklungsabschnitten verlaufen innerhalb der Wicklungsträger. Jede Wicklung weist

zwei Wicklungsanschlüsse auf, welche über den Wicklungsträger und entsprechende Öffnungen in der Basisplatte nach außen geführt werden.

Ein der Primärwicklung zugeordneter Wicklungsträger 32 ist an der Außenseite des Innenzylinders 26 der ersten Kernhälfte befestigt und fixiert beispielhaft fünf Wicklungsabschnitte einer Primärwicklung, und zwar

- einen Wicklungsabschnitt 33,
- zwei unmittelbar benachbarte Wicklungsabschnitte 34, 35,
- zwei unmittelbar benachbarte Wicklungsabschnitte 36, 37.

Ein der Sekundärwicklung zugeordneter Wicklungsträger 39 ist an der Innenseite des Außenrings 28 der zweiten Kernhälfte befestigt und fixiert fünf Wicklungsabschnitte einer Sekundärwicklung, und zwar

- zwei unmittelbar benachbarte Wicklungsabschnitte 40, 41,
- zwei unmittelbar benachbarte mittlere Wicklungsabschnitte 42, 43,
- einen Wicklungsabschnitt 44.

Es sind ein Wicklungsanschluss 38 der Primärwicklung sowie ein Wicklungsanschluss 45 der Sekundärwicklung zu erkennen.

Wie in Fig. 2 gekennzeichnet sind die Stromrichtungen der sich direkt unter Bildung eines Luftspaltes gegenüberliegenden Wicklungsabschnitte (welche abwechselnd der Primärwicklung und der Sekundärwicklung zugeordnet sind) 33 / 40, 41 / 34, 35 / 42, 43 / 36, 37 / 44 jeweils entgegengesetzt.

In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel eines Drehtransformators mit mehreren ringförmigen Ausnehmungen in den Kernhälften dargestellt. Bei dieser Ausführungsform Aufnahme der Wicklungen auf. Diese Ausführungsform ist prinzipiell sowohl für hülsenförmige Wicklungsabschnitte - siehe Fig. 1 - als auch für kreisringförmige Wicklungsabschnitte - siehe Fig. 2 – geeignet, es ist jedoch lediglich eine Ausführungsform in Anlehnung an Fig. 1 mit hülsenförmigen Wicklungsabschnitten gezeigt.

Der Drehtransformator 46 weist zwei im wesentlichen symmetrische Kernhälften auf, und zwar eine erste Kernhälfte mit einer Basisplatte 47, einem Außenring 48, zwei Zwischenringen 49, 50 und einem Innenzylinder 51 sowie eine zweite Kernhälfte mit einer Basisplatte 52, einem Außenring 53, zwei Zwischenringen 54, 55 und einem Innenzylinder 56. Zwischen beiden Kernhälften ist ein Luftspalt 57 ausgebildet, so dass eine berührungsfreie Drehbeweglichkeit beider Kernhälften gegeneinander um eine gemeinsame, im Zentrum der Innenzylinder 51, 56 verlaufende Drehachse 58 gegeben ist.

Wie in der Schnittdarstellung nach Fig. 3 gut zu erkennen ist, werden durch die Außenringe 48, 53, die Zwischenringe 49 / 54, 50 / 55, die Innenzylinder 51 / 56 sowie die Basisplatten 47 / 52 drei separate und konzentrisch angeordnete, zur Aufnahme von (vorzugsweise jeweils spiralförmigen) Wicklungen geeignete, ringförmige Ausnehmungen begrenzt. Eine Befestigung der einzelnen Wicklungsabschnitte von Primärwicklung und Sekundärwicklung erfolgt dabei in kreisringförmigen Wicklungsträgern, welche jeweils aus einem elektrisch isolierendem Material, beispielsweise Kunststoff, bestehen und an den Innenseiten der Basisplatten montiert sind. Die elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen jeweils hülsenförmigen Wicklungsabschnitten verlaufen innerhalb der Wicklungsträger. Jede Wicklung weist zwei Wicklungsanschlüsse auf, welche über den Wicklungsträger und entsprechende Öffnungen in der Basisplatte nach außen geführt werden.

Ein der Primärwicklung zugeordneter äußerer Wicklungsträger 59 ist an der Basisplatte 47 der ersten Kernhälfte am Ort der äußeren ringförmigen Ausnehmung befestigt und fixiert zwei Wicklungsabschnitte einer Primärwicklung, und zwar

- einen äußeren Wicklungsabschnitt 62
- einen inneren Wicklungsabschnitt 63.

Ein der Primärwicklung zugeordneter mittlerer Wicklungsträger 60 ist an der Basisplatte 47 der ersten Kernhälfte am Ort der mittleren ringförmigen Ausnehmung befestigt und fixiert zwei Wicklungsabschnitte einer Primärwicklung, und zwar

- einen äußeren Wicklungsabschnitt 64
- einen inneren Wicklungsabschnitt 65.

Ein der Primärwicklung zugeordneter innerer Wicklungsträger 61 ist an der Basisplatte 47 der ersten Kernhälfte am Ort der inneren ringförmigen Ausnehmung befestigt und fixiert zwei Wicklungsabschnitte einer Primärwicklung, und zwar

- einen äußeren Wicklungsabschnitt 66
- einen inneren Wicklungsabschnitt 67.

Ein der Sekundärwicklung zugeordneter äußerer Wicklungsträger 68 ist an der Basisplatte 52 der zweiten Kernhälfte am Ort der äußeren ringförmigen Ausnehmung befestigt und fixiert zwei unmittelbar benachbarte Wicklungsabschnitte 71, 72 einer Sekundärwicklung.

Ein der Sekundärwicklung zugeordneter mittlerer Wicklungsträger 69 ist an der Basisplatte 52 der zweiten Kernhälfte am Ort der mittleren ringförmigen Ausnehmung befestigt und fixiert zwei unmittelbar benachbarte Wicklungsabschnitte 73, 74 einer Sekundärwicklung.

Ein der Sekundärwicklung zugeordneter innerer Wicklungsträger 70 ist an der Basisplatte 52 der zweiten Kernhälfte am Ort der inneren ringförmigen Ausnehmung befestigt und fixiert zwei unmittelbar benachbarte Wicklungsabschnitte 75, 76 einer Sekundärwicklung.

Wie in Fig. 3 gekennzeichnet sind die Stromrichtungen der sich direkt unter Bildung eines Luftspaltes gegenüberliegenden Wicklungsabschnitte (welche abwechselnd der Primärwicklung und der Sekundärwicklung zugeordnet sind) 62 / 71, 72 / 63, 64 / 73, 74 / 65, 66 / 75, 76 / 67 jeweils entgegengesetzt.

Zusätzliche Vorteile dieser Ausführungsform gemäß Fig. 3:

- Es können auch mehrere galvanisch getrennte Primärwicklungen und Sekundärwicklungen vorgesehen sein, d. h. es ist die induktive Kopplung von mehreren Stromkreisen in ein und demselben Drehtransformator möglich.
- Bezüglich des magnetischen Flusses ergibt sich eine verkürzte Weglänge, was die Verluste herabsetzt und somit den Wirkungsgrad steigert.
- Es ist insgesamt weniger Kernmaterial zur Führung des magnetischen Flusses erforderlich.

- Im Vergleich zu den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 und Fig. 2 kann ein größeres Übersetzungsverhältnis primär / sekundär gewählt werden.

In den Fig. 4 und 5 sind Ausführungsbeispiele mit einer Zentralbohrung im Kern dargestellt, und zwar entspricht Fig. 4 im wesentlichen der Ausführungsform nach Fig. 1 und Fig. 5 im wesentlichen der Ausführungsform nach Fig. 2.

In Fig. 4 ist ein Drehtransformator 77 zu erkennen, welcher eine erste Kernhälfte 78 und eine im wesentlichen symmetrisch hierzu ausgebildete zweite Kernhälfte 79 aufweist, wobei ein Luftspalt 80 zwischen beiden Kernhälften ausgebildet ist und eine Zentralbohrung 81 in den Kernhälften vorgesehen ist. In der ringförmigen Ausnehmung des Drehtransformators 77 befindet sich ein Wicklungssystem 82, bestehend aus Primärwicklung und Sekundärwicklung, wobei die Innenzylinder 4, 7 der Ausführungsform nach Fig. 1 durch Innenringe ersetzt sind, um die gewünschte Zentralbohrung 81 zu realisieren.

In Fig. 5 ist ein Drehtransformator 83 zu erkennen, welcher eine erste Kernhälfte 84 und eine zweite Kernhälfte 85 aufweist, wobei Luftspalte 86, 87 zwischen beiden Kernhälften ausgebildet sind und eine Zentralbohrung 88 in den Kernhälften vorgesehen ist. In der ringförmigen Ausnehmung des Drehtransformators 83 befindet sich ein Wicklungssystem 89, bestehend aus Primärwicklung und Sekundärwicklung, wobei der Innenzylinder 26 der Ausführungsform nach Fig. 2 durch einen Innenring ersetzt ist, um die gewünschte Zentralbohrung 88 zu realisieren.

Wenn vorstehend von Wicklungsabschnitten die Rede ist, kann ein Wicklungsabschnitt alternativ bestehen aus:

- einer einzigen Windung oder
- aus mehreren (zwei, drei, vier...) Windungen.

Das Übersetzungsverhältnis zwischen Primärwicklung und Sekundärwicklung ist prinzipiell frei wählbar.

Fig. 6 zeigt den Verlauf der magnetischen Feldstärke über den einzelnen Wicklungsabschnitten. Betrachtet man zunächst das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, so steigt die magnetische Feldstärke über dem Wicklungsabschnitt 11 von 0 auf den

Maximalwert MAX, fällt über dem Wicklungsabschnitt 18 bzw. 19 auf 0 bzw. den Minimalwert MIN, steigt über dem Wicklungsabschnitt 12 bzw. 13 auf 0 bzw. MAX, fällt über dem Wicklungsabschnitt 20 bzw. 21 auf 0 bzw. MIN, steigt über dem Wicklungsabschnitt 14 bzw. 15 auf 0 bzw. MAX und fällt über dem Wicklungsabschnitt 22 auf 0. Ein identischer Verlauf der magnetischen Feldstärke ergibt sich über den Wicklungsabschnitten 33 – 40 – 41 – 34 – 35 – 42 – 43 – 36 – 37 – 44 beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2.

Selbstverständlich ergibt sich auch beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ein gleichartiger Verlauf der magnetischen Feldstärke 0 – MAX – 0 – MIN – 0 – MAX – 0 – MIN – 0 – MAX – 0 – MIN – 0 über den einzelnen Wicklungsabschnitten 62 – 71 – 72 – 63 – 64 – 73 – 74 – 65 – 66 – 75 – 76 – 67.

Es ist leicht einzusehen, dass dieser bei allen Ausführungsbeispielen auftretende zickzackförmige Verlauf der magnetischen Feldstärke zwischen einem Maximalwert MAX und einem Minimalwert MIN aus der Tatsache resultiert, dass die Wicklungsabschnitte von Primärwicklung und Sekundärwicklung kammartig ineinander greifen, wobei der Stromfluss unmittelbar benachbarter Wicklungsabschnitte von Primärwicklung und Sekundärwicklung jeweils entgegengesetzt gerichtet ist. Wenn man alle Wicklungsabschnitte der Primärwicklung nebeneinander anordnen würde sowie alle Wicklungsabschnitte der Sekundärwicklung ebenfalls nebeneinander anordnen würde und die derart gebildete Primärwicklung und Sekundärwicklung gegenüberliegend anordnen würde, wie dies in der EP 0 680 060 A1 vorgesehen ist, so wäre der Maximalwert der magnetischen Feldstärke einer derartig verteilten Wicklung um ein Vielfaches höher als der sich bei der erfindungsgemäßen Anordnung mit kammartig ineinander greifenden Wicklungsabschnitten einstellende Maximalwert. Folglich wären einerseits die auftretenden Transformatorenverluste und andererseits das auftretende Streufeld um ein Vielfaches höher. Es ergäbe sich somit ein relativ geringer Wirkungsgrad des Drehtransformators.

Bei den vorstehenden Ausführungsformen wird beispielhaft davon ausgegangen, dass Primärwicklung und Sekundärwicklung des Drehtransformators für gleiche Leistung ausgeführt sind. Abweichend hiervon sind selbstverständlich Ausführungsformen realisierbar, bei denen die Sekundärwicklung des Drehtransformators mit geringerer

Leistungsfähigkeit als die Primärwicklung und dementsprechend auch leichter ausgebildet ist, wenn sekundärseitig nur relativ geringe Leistungen produziert werden sollen. Bei einer derartigen Ausführungsform kann die Kernhälfte des Sekundärteiles ganz entfallen. Diese Ausführungsform ist insbesondere bei Einsatz des Drehtransformators bei einem Roboter mit Werkzeugwechseleinrichtung von großem Vorteil. Eine Werkzeugwechseleinrichtung erlaubt die Montage verschiedenartiger Werkzeugarme am Roboterarm. Die verschiedenen Werkzeuge besitzen unterschiedliche Leistungsaufnahme. Die Sekundärseiten des Drehtransformators werden jeweils an den speziellen Leistungsbedarf des Werkzeuges angepasst, während die Primärseite des Drehtransformators für alle verschiedenen Werkzeuge (mit unterschiedlichem Leistungsbedarf) die gleiche bleibt.

Bei den vorstehenden Ausführungsformen wird davon ausgegangen, dass die Kernhälften jeweils einstückig ausgebildet sind. Abweichend hiervon ist es selbstverständlich auch möglich, die Kernhälften bzw. den Kern aus einzelnen Segmenten (beispielsweise in Form von "Kuchenstücken") zusammenzusetzen.

Bezugszeichenliste

1	Drehtransformator
2	Basisplatte der ersten Kernhälfte
3	Außenring
4	Innenzylinder
5	Basisplatte der zweiten Kernhälfte
6	Außenring
7	Innenzylinder
8	Luftspalt
9	Drehachse
10	Wicklungsträger der ersten Kernhälfte
11	erster Wicklungsabschnitt der Primärwicklung
12	zweiter Wicklungsabschnitt
13	dritter Wicklungsabschnitt
14	vierter Wicklungsabschnitt
15	fünfter Wicklungsabschnitt
16	Wicklungsanschluss
17	Wicklungsträger der zweiten Kernhälfte
18	erster Wicklungsabschnitt der Sekundärwicklung
19	zweiter Wicklungsabschnitt
20	dritter Wicklungsabschnitt
21	vierter Wicklungsabschnitt
22	fünfter Wicklungsabschnitt
23	Wicklungsanschluss
24	Drehtransformator
25	Basisplatte der ersten Kernhälfte
26	Innenzylinder
27	Basisplatte der zweiten Kernhälfte
28	Außenring
29	Luftspalt
30	Luftspalt
31	Drehachse
32	Wicklungsträger der ersten Kernhälfte
33	erster Wicklungsabschnitt der Primärwicklung
34	zweiter Wicklungsabschnitt
35	dritter Wicklungsabschnitt
36	vierter Wicklungsabschnitt
37	fünfter Wicklungsabschnitt
38	Wicklungsanschluss
39	Wicklungsträger der zweiten Kernhälfte
40	erster Wicklungsabschnitt der Sekundärwicklung
41	zweiter Wicklungsabschnitt
42	dritter Wicklungsabschnitt
43	vierter Wicklungsabschnitt
44	fünfter Wicklungsabschnitt
45	Wicklungsanschluss
46	Drehtransformator
47	Basisplatte der ersten Kernhälfte
48	Außenring
49	Zwischenring

50	Zwischenring
51	Innenzylinder
52	Basisplatte der zweiten Kernhälfte
53	Außenring
54	Zwischenring
55	Zwischenring
56	Innenzylinder
57	Luftspalt
58	Drehachse
59	Wicklungsträger der ersten Kernhälfte
60	Wicklungsträger
61	Wicklungsträger
62	erster Wicklungsabschnitt der Primärwicklung
63	zweiter Wicklungsabschnitt
64	dritter Wicklungsabschnitt
65	vierter Wicklungsabschnitt
66	fünfter Wicklungsabschnitt
67	sechster Wicklungsabschnitt
68	Wicklungsträger der zweiten Kernhälfte
69	Wicklungsträger
70	Wicklungsträger
71	erster Wicklungsabschnitt der Sekundärwicklung
72	zweiter Wicklungsabschnitt
73	dritter Wicklungsabschnitt
74	vierter Wicklungsabschnitt
75	fünfter Wicklungsabschnitt
76	sechster Wicklungsabschnitt
77	Drehtransformator
78	erste Kernhälfte
79	zweite Kernhälfte
80	Luftspalt
81	Zentralbohrung
82	Wicklungssystem
83	Drehtransformator
84	erste Kernhälfte
85	zweite Kernhälfte
86	Luftspalt
87	Luftspalt
88	Zentralbohrung
89	Wicklungssystem

Patentansprüche

1. Drehtransformator mit mindestens einer Primärwicklung und mindestens einer hierzu drehbeweglichen Sekundärwicklung, dadurch gekennzeichnet,

- dass Primärwicklung und Sekundärwicklung in jeweils mindestens zwei separate Wicklungsabschnitte (11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 76) unterteilt sind,
- wobei diese Wicklungsabschnitte kammartig ineinander greifen
- und wobei der Stromfluss direkt unter Bildung eines Luftspaltes gegenüberliegender Wicklungsabschnitte jeweils entgegengesetzt gerichtet ist.

2. Drehtransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wicklungsabschnitte (11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 76) parallel zur Drehachse (9, 58) des Drehtransformators (1, 46) erstrecken und hülsenförmig ausgebildet sind.

3. Drehtransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wicklungsabschnitte (33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44) senkrecht zur Drehachse (31) des Drehtransformators (24) erstrecken und kreisringförmig ausgebildet sind.

4. Drehtransformator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei zueinander drehbewegliche Kernhälften vorgesehen sind, welche mindestens eine ringförmige Ausnehmung zur Aufnahme von Primärwicklung und Sekundärwicklung bilden.

5. Drehtransformator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Kernhälften im wesentlichen symmetrisch aufgebaut sind und jede Kernhälfte aus einer Basisplatte (2, 5, 47, 52) mit angeformtem Außenring (3, 6, 48, 53) und angeformtem Innenzylinder (4, 7, 51, 56) oder angeformtem Innenring besteht.

6. Drehtransformator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisplatten (47; 52) mit mindestens einem angeformten Zwischenring (49, 50, 54, 55) versehen sind, um derart mehr als eine ringförmige Ausnehmung zu schaffen.

7. Drehtransformator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kernhälfte eine Basisplatte (25) mit angeformtem Innenzylinder (26) oder Innenring sowie die zweite Kernhälfte eine Basisplatte (27) mit angeformtem Außenring (28) aufweist.

8. Drehtransformator nach einem der Ansprüche 5 – 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigung der einzelnen Wicklungsabschnitte (11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 76) in kreisringförmigen Wicklungsträgern (10, 17, 59, 60, 61, 68, 69, 70) erfolgt, welche an den Innenseiten der Basisplatten (2, 5) montiert sind.

9. Drehtransformator nach einem der Ansprüche 5 – 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigung der einzelnen Wicklungsabschnitte (33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44) in hülsenförmigen Wicklungsträgern (32, 39) erfolgt, welche an der Außenseite des Innenzylinders (26) oder Innenrings und an der Innenseite des Außenrings (28) montiert sind.

10. Drehtransformator nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen Wicklungsabschnitten (11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 76) in den Wicklungsträgern (10, 17, 32, 39, 59, 60, 61, 68, 69, 70) verlaufen.

11. Drehtransformator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Wicklungsanschlüsse (16, 23, 38, 45) über entsprechende Öffnungen in den Basisplatten (2, 5, 25, 27, 47, 52) nach außen geführt sind.

12. Drehtransformator nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wicklungsabschnitt aus einer einzigen Windung besteht.

13. Drehtransformator nach einem der Ansprüche 1 – 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wicklungsabschnitt aus mehreren Windungen besteht.

14. Drehtransformator nach einem der Ansprüche 4 – 13, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine Zentralbohrung (81, 88) in den Kernhälften vorgesehen ist.

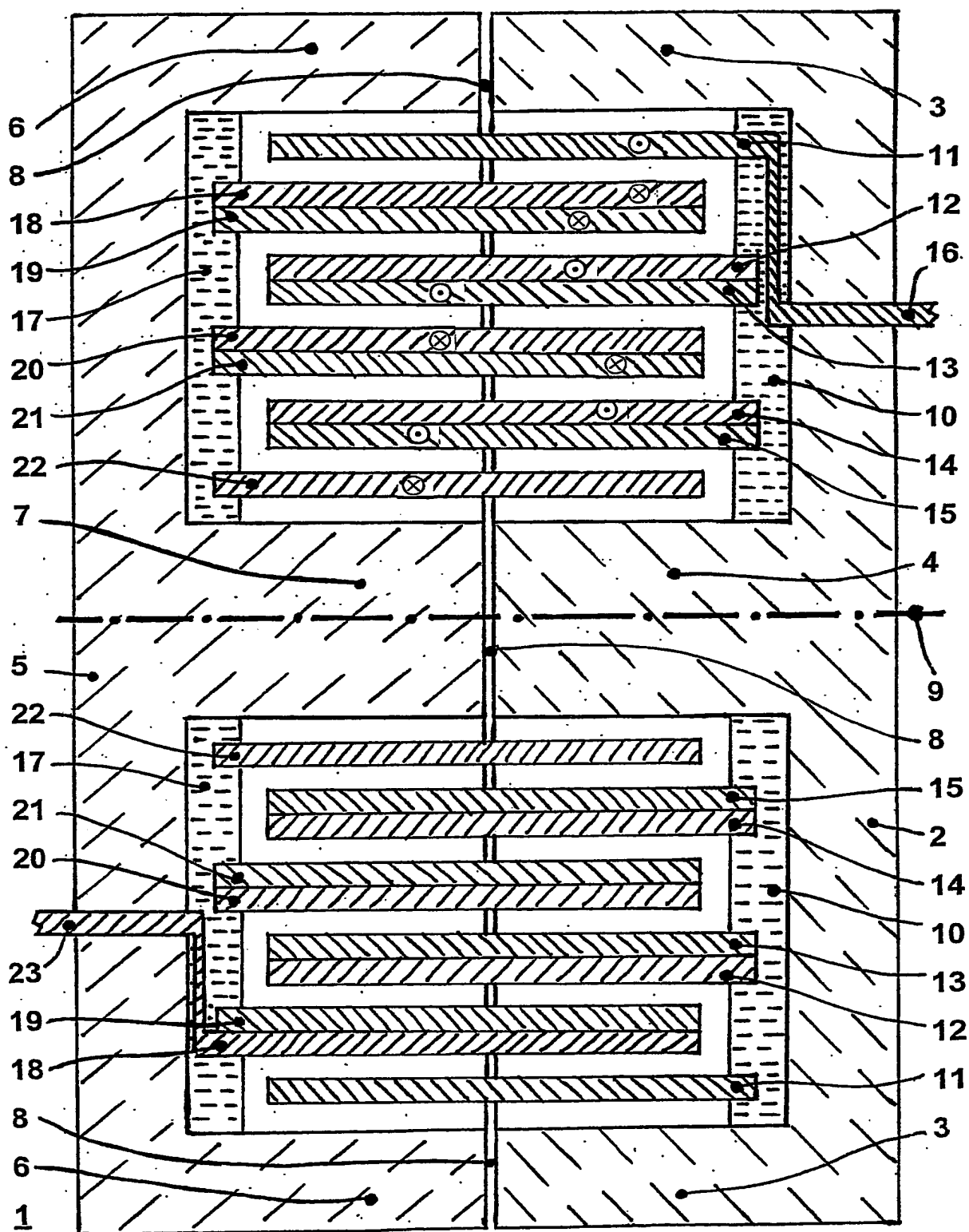


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

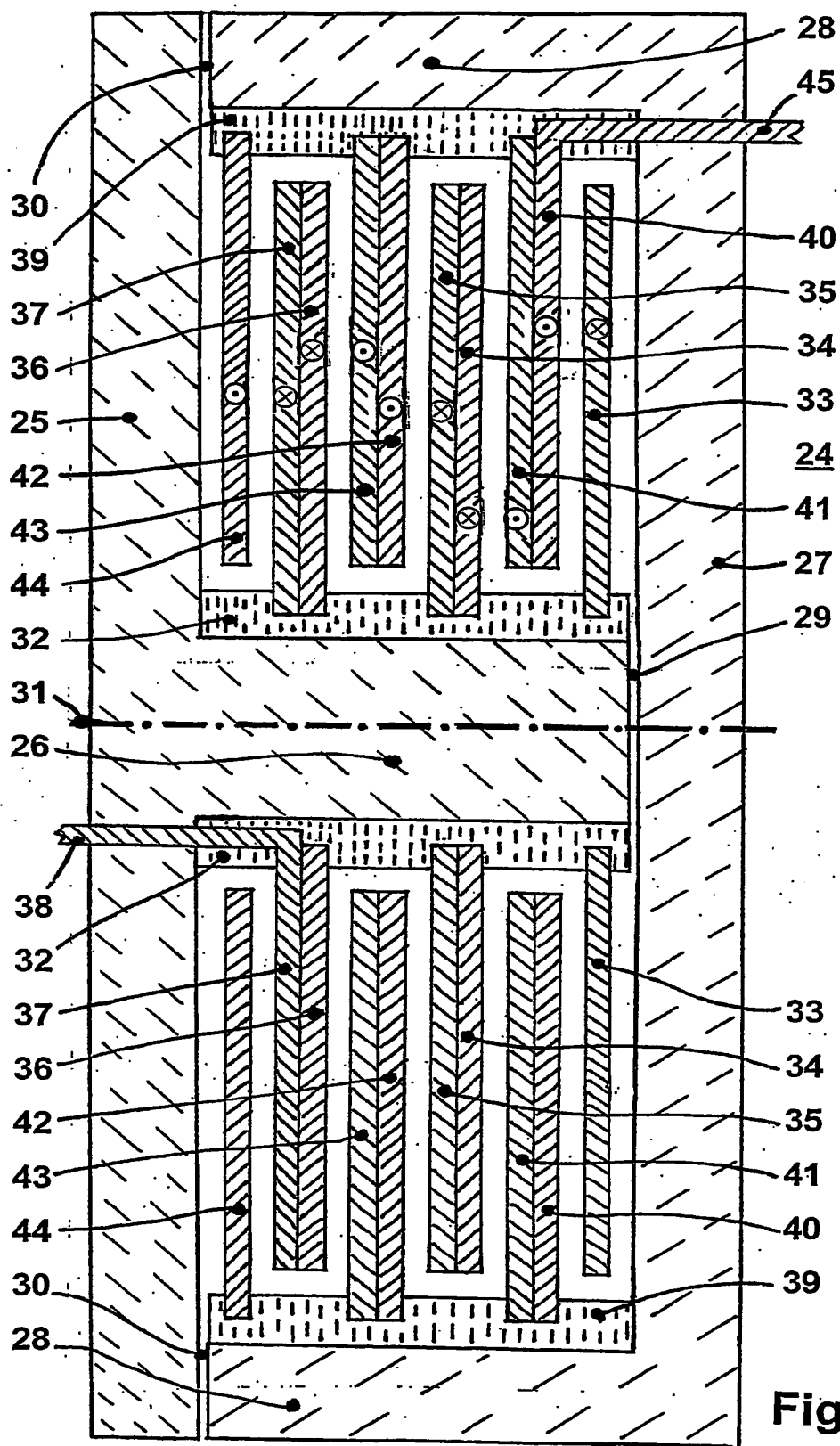


Fig. 2

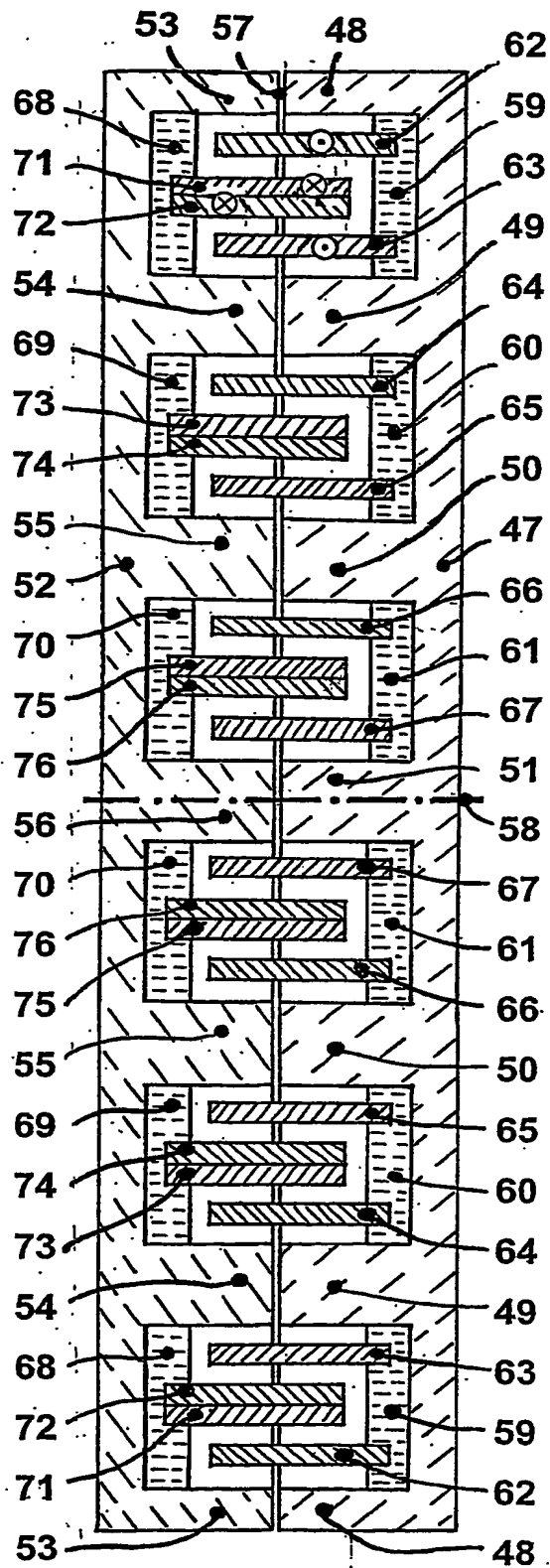


Fig. 3

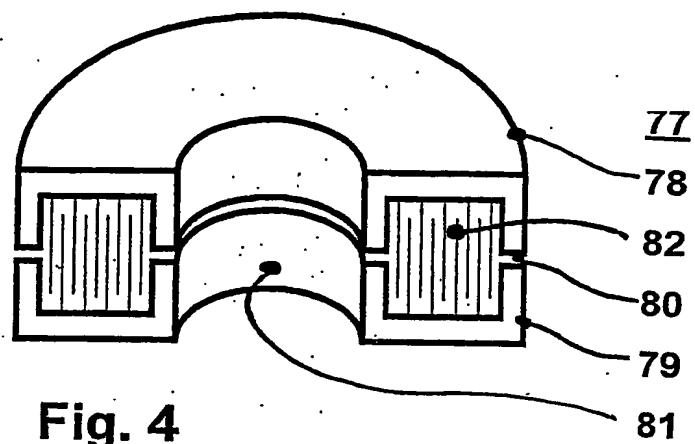


Fig. 4

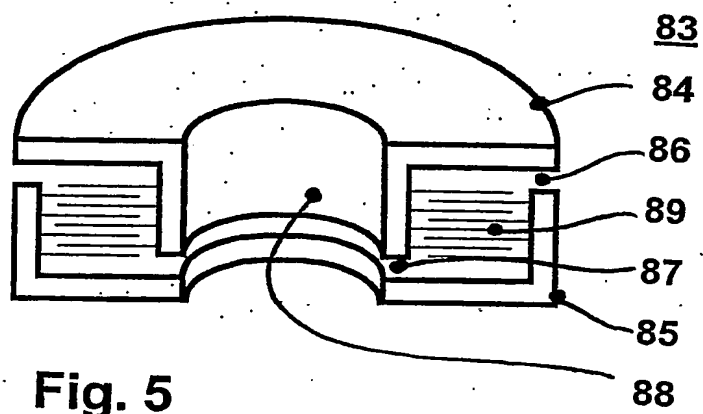


Fig. 5

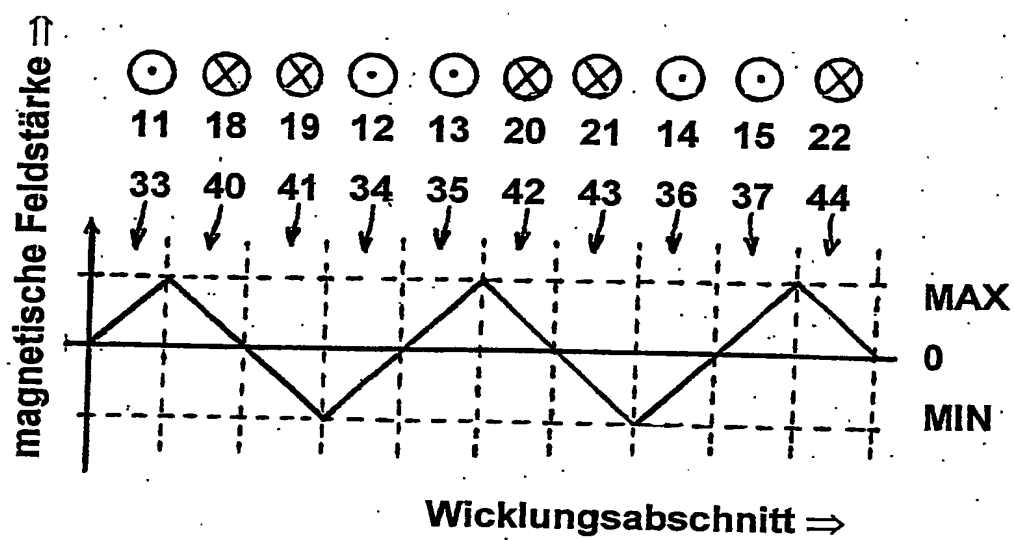


Fig. 6

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/012360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01F38/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 414 683 A (DOLBY DALE P) 3 December 1968 (1968-12-03) claims column 1, line 29 - line 32 figure 2	1,3-8, 10-13
X A	DE 37 24 349 A1 (DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH) 2 February 1989 (1989-02-02) claims 1-3 figure 1	1,3,4,7, 12,13 5,6
Y A	WO 97/38876 A (PETRI AG; BONN, HELMUT; ZAWIDZKI, ULRICH) 23 October 1997 (1997-10-23) claims 1-4,6,8,9,11 figures 1,2	1,2 4,5,7,8, 10,11,14



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 February 2005

Date of mailing of the international search report

02/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stichauer, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/012360

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/179105 A1 (KAZMIERCZAK HARALD) 25 September 2003 (2003-09-25)	1, 2
A	claims 1,2 paragraph '0010! figure 1	4-7
A	ESSER A ET AL: "A NEW APPROACH TO POWER SUPPLIES FOR ROBOTS" 1 September 1991 (1991-09-01), IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, PAGE(S) 872-875 , XP000264054 ISSN: 0093-9994 the whole document	1,2,4,5, 8,10,11, 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/012360

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3414683	A	03-12-1968	DE 1474267 A1 GB 1108142 A NL 136887 C NL 6502844 A	09-10-1969 03-04-1968 04-10-1965
DE 3724349	A1	02-02-1989	NONE	
WO 9738876	A	23-10-1997	DE 29607713 U1 WO 9738876 A1	25-07-1996 23-10-1997
US 2003179105	A1	25-09-2003	DE 10046659 A1 WO 0225616 A1 DE 50102163 D1 EP 1323147 A1 JP 2004510325 T	04-04-2002 28-03-2002 03-06-2004 02-07-2003 02-04-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/012360

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01F38/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 414 683 A (DOLBY DALE P) 3. Dezember 1968 (1968-12-03) Ansprüche Spalte 1, Zeile 29 - Zeile 32 Abbildung 2	1,3-8, 10-13
X A	DE 37 24 349 A1 (DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH) 2. Februar 1989 (1989-02-02) Ansprüche 1-3 Abbildung 1	1,3,4,7, 12,13 5,6
Y A	WO 97/38876 A (PETRI AG; BONN, HELMUT; ZAWIDZKI, ULRICH) 23. Oktober 1997 (1997-10-23) Ansprüche 1-4,6,8,9,11 Abbildungen 1,2	1,2 4,5,7,8, 10,11,14
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

02/03/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stichauer, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012360

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2003/179105 A1 (KAZMIERCZAK HARALD) 25. September 2003 (2003-09-25)	1,2
A	Ansprüche 1,2 Absatz '0010! Abbildung 1	4-7
A	ESSER A ET AL: "A NEW APPROACH TO POWER SUPPLIES FOR ROBOTS" 1. September 1991 (1991-09-01), IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, PAGE(S) 872-875 , XP000264054 ISSN: 0093-9994 das ganze Dokument	1,2,4,5, 8,10,11, 14

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/012360

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3414683 A	03-12-1968	DE 1474267 A1	09-10-1969
		GB 1108142 A	03-04-1968
		NL 136887 C	
		NL 6502844 A	04-10-1965
DE 3724349 A1	02-02-1989	KEINE	
WO 9738876 A	23-10-1997	DE 29607713 U1	25-07-1996
		WO 9738876 A1	23-10-1997
US 2003179105 A1	25-09-2003	DE 10046659 A1	04-04-2002
		WO 0225616 A1	28-03-2002
		DE 50102163 D1	03-06-2004
		EP 1323147 A1	02-07-2003
		JP 2004510325 T	02-04-2004